

# PERANCANGAN MESIN BENDING DENGAN MEMANFAATKAN SITEM DONGKRAK HIDROLIK SEDERHANA

Wisjnu P.Marsis, Iswantoro

Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jurusan Teknik Mesin

## ABSTRAK

Proses penekukan pipa (*bending*), biasanya banyak sekali dilakukan untuk membuat komponen-komponen industri maupun rumah tangga misalnya membuat kursi, pagar, kanopi, serta perlengkapan lainnya yang memanfaatkan pipa sebagai bahan dasarnya. Hal tersebut diatas, menunjukan bahwa kebutuhan produk semakin lama semakin tinggi dengan kualitas yang baik dan sama halnya dengan peralatan (mesin-mesin), yang semakin lama di tuntut untuk lebih berkembang dan berkembang lagi, sehingga dengan biaya yang terjangkau mesin bending pipa ini dapat membantu untuk perindustrian ekonomi kecil dan menengah. Untuk itulah maka penelitian disini merancang hidrolik sederhana pada mesin bending dengan mempertimbangkan hal-hal berikut yaitu Menentukan radius bending sehingga memperoleh hasil yang baik, tidak terjadi keretakan pada pipa saat proses bending dan Menentukan spesifikasi material yang akan dibending terkait dengan kemampuan alat bending dengan menggunakan metode perhitungan dimana hasilnya nanti sebagai dasar untuk merancang.

*Kata Kunci : Mesin Bending, Hidrolik Sederhana*

## 1. PENDAHULUAN

Proses penekukan pipa (*bending*), biasanya banyak sekali dilakukan untuk membuat komponen-komponen industri maupun rumah tangga misalnya membuat kursi, pagar, kanopi, serta perlengkapan lainnya yang memanfaatkan pipa sebagai bahan dasarnya. Mengingat besarnya kebutuhan produk-produk tersebut dipasaran, tentunya banyak sekali pihak yang ingin mengambil peluang bisnis dalam memenuhi kebutuhan tersebut, maka sekarang ini banyak sekali industri kecil (rumah tangga) maupun menengah yang mulai berkembang serta bersaing untuk mendapatkan peluang tersebut, dimana seiring dengan berkembangnya industri-industri tersebut, maka diperlukan peralatan yang sederhana dengan biaya yang tidak tinggi dan mampu menghasilkan produk yang berkualitas baik. Hal tersebut diatas, menunjukan bahwa kebutuhan produk semakin lama semakin tinggi dengan kualitas yang baik dan sama halnya dengan peralatan (mesin-mesin), yang semakin lama di tuntut untuk lebih berkembang dan berkembang lagi, sehingga dengan biaya yang terjangkau mesin bending pipa ini dapat membantu untuk perindustrian ekonomi kecil dan menengah., sehingga dapat dilakukan penelitian yang dapat membantu pihak-pihak industri dalam menghasilkan suatu produk yang berkualitas. Untuk itu dilakukan penelitian menyangkut hal tersebut

## 2. LANDASAN TEORI

### Mesin Bending Pipa

Mesin *bending pipa* ini adalah mesin yang digunakan untuk untuk pembending pipa dimana pipa ini akan *dibending* untuk pembuatan produk seperti pembuatan kursi, pagar, kanopi, serta memanfaatkan pipa sebagai bahan dasarnya, alat bending ini ditunjukan untuk

industri kecil dan menengah agar mempermudah membuat suatu produk yang bahan dasarnya pipa yang di bending.

### Metode Penekukan Pipa

#### ❖ Metode Ram (*Ram Style Bending*)

Metode ini bekerja dengan memanfaatkan sebuah batang penekan sementara pipa yang akan ditekuk dipasang pada dua buah penahan, kemudian penekan akan menekan pipa tepat diantara dua buah penahan, sehingga pipa akan tertekuk. Akan tetapi kelemahan metode ini adalah terjadinya perubahan bentuk penampang pipa yang semula harusnya bulat menjadi oval.

#### ❖ Metode Rotary (*rotary draw bending*)

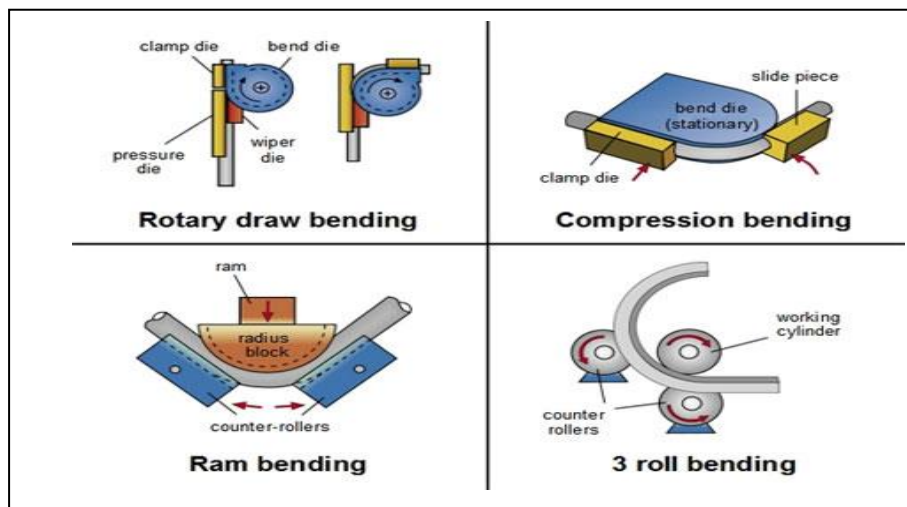
Metode ini bekerja dengan cara menjepit salah satu ujung pipa, kemudian merotasi pipa ke sekeliling cetakan (*dies*), dengan radius tekuk sesuai dengan radius rol.

#### ❖ Metode rol (*roll bending*)

Metode ini digunakan untuk menekuk pipa secara kontinu serta membentuk suatu radius yang besar. Metode ini menggunakan tiga buah rol, yang terhubung dengan tiga buah poros yang berbeda. Rol-rol tersebut dibagi menjadi dua bagian, yaitu rol atas (*upper roll*) dan rol bawah (*lower roll*).

#### ❖ Metode *Compression Bending*

Cara kerjanya untuk metoda ini sama dengan metoda rotary namun cetakan (*dies*) pada metoda ini diam. Proses pelengkungan seperti kereta geser *slide piece* bergeser mengelilingi *dies*



Gambar 1. Metode Bending Pipa

### Konsep Dan Prinsip Dasar Mekanika

Gaya merupakan besaran vektor karena gaya memiliki besar dan arah. Gaya adalah sesuatu yang dapat menyebabkan sebuah benda bergerak searah dengan gaya tersebut oleh karena itu gaya juga sering disebut sebagai aksi atau reaksi. Ada prinsipnya, gaya tersebut dapat dipresentasikan melalui beberapa cara diantaranya dengan metoda grafis dan metoda analitis. Secara grafis gaya digambarkan dalam bentuk garis, dimana garis tersebut akan mewakili besar, arah dan garis kerja gaya. Hukum Newton. Hukum Newton dirumuskan oleh *Sir Issac Newton* Dan diinterpretasikan sebagai berikut :

- Gaya yang bereaksi pada suatu partikel sama dengan nol, maka partikel tersebut akan tetap diam ( tidak bergerak ) bila mula-mula dalam keadaan diam, atau akan bergerak dengan

kecepatan yang sama bila mula-mula dalam keadaan bergerak. Pernyataan tersebut dinyatakan dengan  $\Sigma F = 0$ .

- Bila gaya yang bereaksi pada suatu partikel sama dengan nol, partikel tersebut akan memperoleh kecepatan yang sebanding dengan arah gaya resultan tersebut. Pernyataan tersebut dinyatakan dengan  $\Sigma F = m \cdot a$
- Gaya aksi dan reaksi antara benda yang berhubungan mempunyai besar dan garis aksi yang sama serta berlawanan arah.

Pada dasarnya kedua metode tersebut dapat menyelesaikan persoalan masalah gaya, akan tetapi ada kalanya kita tidak dapat menyelesaikan dengan hanya satu metode tersebut. Oleh karena itu kita dapat menggabungkan kedua metode tersebut, metode ini dapat juga disebut sebagai metode kesetimbangan mekanis. Metode ini dinyatakan dengan :  $\Sigma F = 0$  dan  $\Sigma M = 0$  Kesetimbangan mekanis didefinisikan sebagai suatu benda atau sekumpulan benda yang dapat dipisahkan dari pengaruh benda lain. Sistem demikian dapat berupa benda tunggal ataupun kombinasi dari benda yang berhubungan. Biasanya analisis benda dilakukan secara terpisah. Pemisahan ini dapat kita sebut sebagai diagram benda bebas. **Diagram benda bebas** merupakan bagian benda yang akan dibahas dan dipisahkan terhadap bagian lainnya, kemudian ditunjukkan semua gaya dan momennya yang bekerja pada benda tersebut beserta reaksinya.

## Hidrolik

Hidrolik merupakan satu ilmu terapan dan keteknikan yang berurusan dengan sifat-sifat mekanis fluida, yang mempelajari perilaku aliran air secara mikro maupun makro. Mekanika Fluida meletakkan dasar-dasar teori hidraulika yang difokuskan pada rekayasa sifat-sifat fluida. Dalam tenaga fluida, hidraulika digunakan untuk pembangkit, kontrol, dan perpindahan tenaga menggunakan fluida yang dimampatkan. Topik bahasan hidraulika membentang dalam banyak aspek *sains* dan disiplin keteknikan, mencakup konsep-konsep seperti aliran tertutup (pipa), perancangan bendungan, pompa, turbin, tenaga air, hitungan dinamika fluida, pengukuran aliran, serta perilaku aliran saluran terbuka seperti sungai. Sistem hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, dalam sistem hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. fluida cair yang umum dipakai adalah jenis minyak mineral, biasanya oli, sistem ini biasanya untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya.

Pada prinsipnya hidraulika merupakan cabang ilmu dari mekanika fluida dimana mekanika fluida tersebut dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

- Hidrostatik : zat cair diam.
- Hidrodinamik : zat cair bergerak (mengalir).

Prinsip dasar dari hidrolik adalah sifat fluida cair yang sangat sederhana dan sifat zat cair tidak mempunyai bentuk tetap, tetapi selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya. Karena sifat cairan yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya. Prinsip hukum pascal, dimana tekanan yang dipakaikan kepada suatu fluida tertutup diteruskan tanpa berkurang besarnya kepada setiap bagian fluida dan dinding-dinding yang berisi fluida tersebut. Hasil ini adalah suatu konsekuensi yang perlu dari hukum-hukum mekanika fluida, dan bukan merupakan sebuah prinsip bebas. Dalam suatu rangkaian hidrolik biasanya terdiri atas aktuator, penggerak dan fluida kerja yang bekerja dalam sebuah sistem untuk tujuan tertentu. Dimana komponen-komponen tersebut dapat dilambangkan dalam simbol-simbol rangkaian. Tenaga hidrolik dapat dibagi kedalam bagian suplai tenaga, pengontrol tenaga dan

bagian kerja sistem. Bagian penyuplai tenaga digunakan sebagai pengkonversi energi dan penghasil tekanan.

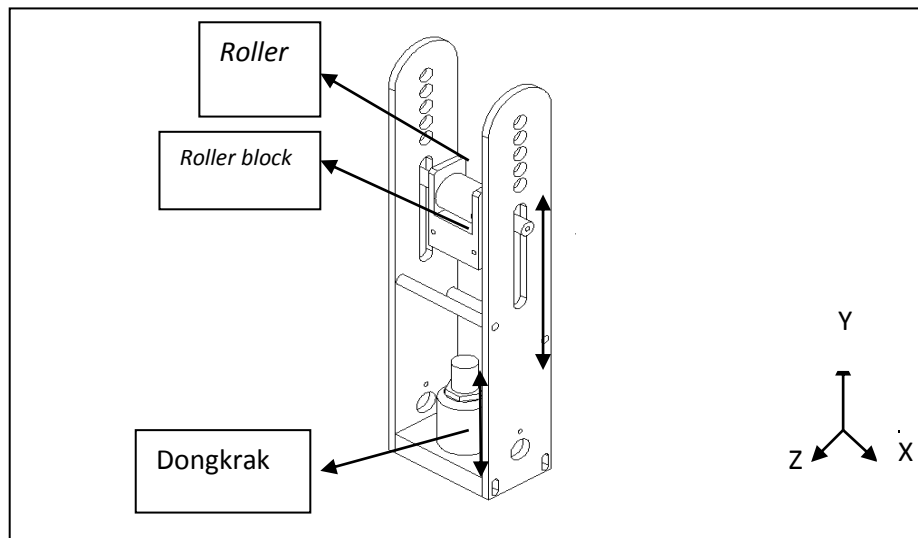
### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode penentuan dimensi terlebih dahulu setelah itu dilakukan perhitungan dimana hasil dari perhitungan tersebut dijadikan dasar didalam pembuatangambar

### 4. DATA DAN HASIL PEMBAHASAN

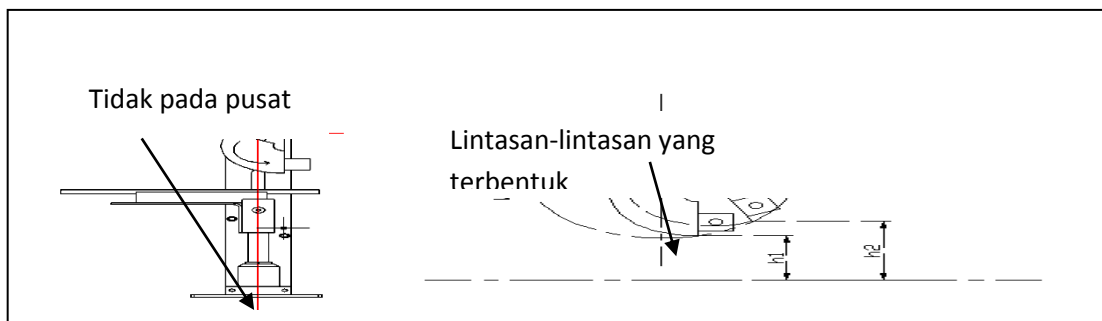
#### Prinsip Kerja Mesin

Penggerak utama pada mesin ini adalah dongkrak hidrolik. Dongkrak akan menekan *rollerblock* berikut *rollernya* akan bergerak ke atas ( arah y) .



Gambar 3. Gambar Hidrolik pada mesin bending

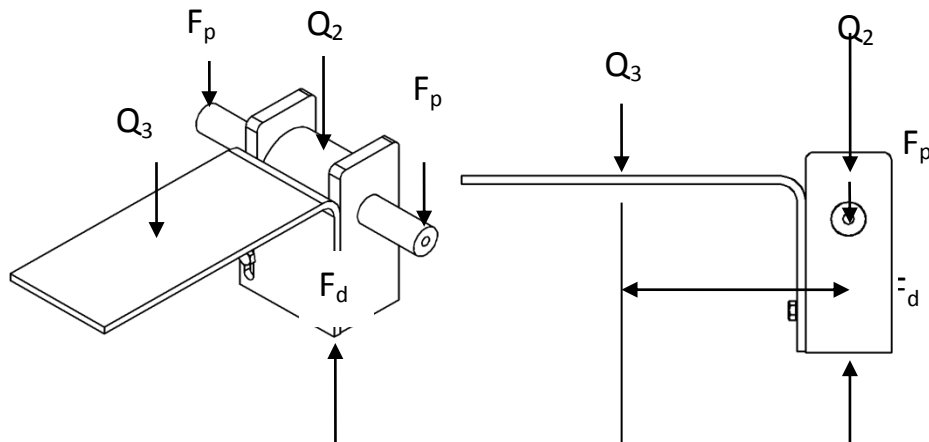
*Roller* menggelinding dan menekan *follow bar* sehingga *follow bar* akan bergerak ke atas (arah y) dan ke arah kanan/kiri ( arah z) yang dipengaruhi oleh putaran dari *dies* karena *dies* tidak segaris dengan *rollernya*. *Dies* yang bergerak secara rotasi tetapi bukan pada titik pusatnya, melainkan pada salah satu sisi dari *dies* tersebut sehingga *dies* tersebut akan bergerak membentuk lintasan-lintasan tertentu. *Follow bar* tersebut bersamaan dengan *dies* akan menekan dan menekuk pipa tersebut.



Gambar 4. Lintasan yang terbentuk

## Perhitungan Gaya Pada Tiap Komponen

Gabungan beberapa komponen:



Asumsi gaya  $F_p$  sebidang

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F_D \cdot (173) - Q_2 \cdot (173) - 2(F_p \cdot 173) = 0$$

$$Q_2 = \frac{F_D \cdot (173) - 2(F_p \cdot 173)}{173}$$

$$Q_2 = \frac{1000 \text{ N} \cdot (173) \text{ mm} - 2(5,184 \text{ N} \cdot 173 \text{ mm})}{173 \text{ mm}} = 989,63 \text{ N}$$

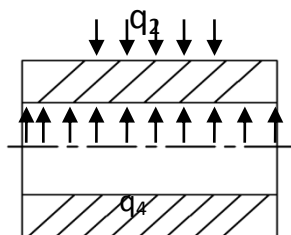
$$\Sigma F_y = 0$$

$$-Q_3 - Q_2 - 2F_p + F_D = 0$$

$$Q_3 = -Q_2 - 2F_p + F_D = 0$$

$$Q_3 = -989,63 \text{ N} - 2(5,184) \text{ N} + 1000 \text{ N} = 0,002 \text{ N}$$

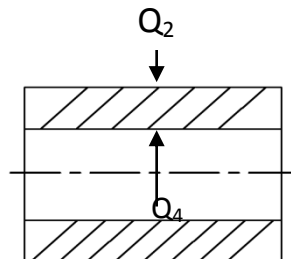
## Gaya Pada Roller



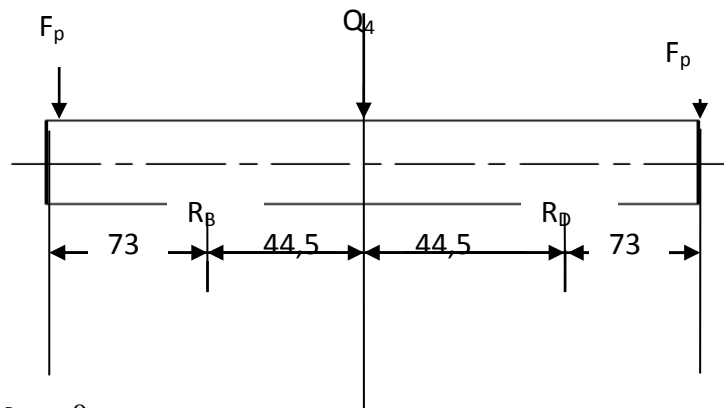
$$\Sigma F_y = 0$$

$$-Q_4 - Q_2 = 0$$

$$Q_4 = Q_2 = 989,63 \text{ N}$$



### Gaya Pada Roller Pin



$$\Sigma M_B = 0$$

$$-F_p \cdot (73) + Q_4 \cdot (44.5) - R_D \cdot (89) + F_p \cdot (162) = 0$$

$$R_D = \frac{-F_p \cdot (73) + Q_4 \cdot (44.5) + F_p \cdot (162)}{89}$$

$$R_D = \frac{-5,184 \text{ N} \cdot (73) \text{ mm} + 989,63 \text{ N} \cdot (44.5) \text{ mm} + 5,184 \text{ N} \cdot (162) \text{ mm}}{89 \text{ mm}} = 499.99 \text{ N}$$

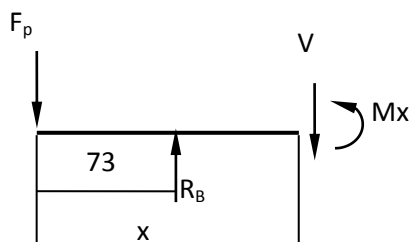
$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_B - Q_4 - 2F_p + R_D = 0$$

$$R_B = Q_4 + 2F_p - R_D = 0$$

$$R_B = 989,63 \text{ N} + 2(5,184) \text{ N} - 499.99 \text{ N} = 499.99 \text{ N}$$

Dimana Poros mengalami beban lentur murni.  
potongan  $73 < x < 117,5$



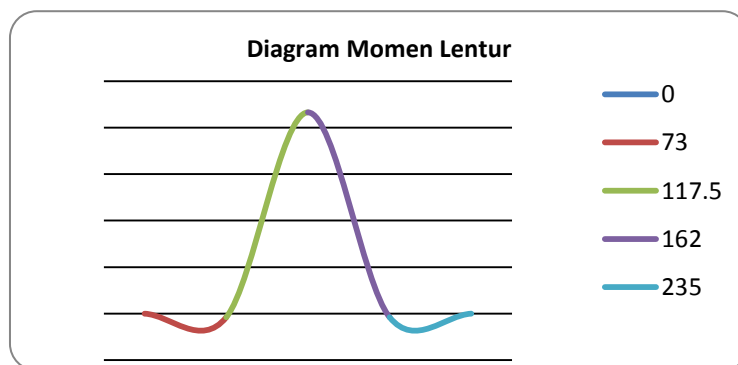
$$\Sigma M_x = 0$$

$$-F_p \cdot x + R_B \cdot (x - 73) - M_x = 0$$

$$M_x = -F_p \cdot x + R_B \cdot (x - 73)$$

Untuk  $x = 73$  maka  $M_x = -378,4 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Untuk  $x = 117,5$  maka  $M_x = 21640 \text{ N} \cdot \text{mm}$



Dipilih bahan poros adalah S30C maka

$$\sigma = 48 \text{ kg} / \text{mm}^2 = 480 \text{ N} / \text{mm}^2$$

$$Sf_1 = 6 \quad Sf_2 = 1,5$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma}{sf_1 \times sf_2}$$

$$\sigma_a = \frac{480 \text{ N/mm}^2}{6 \times 1,5}$$

$$\sigma_a = 53,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_a \geq \sigma_{max}$$

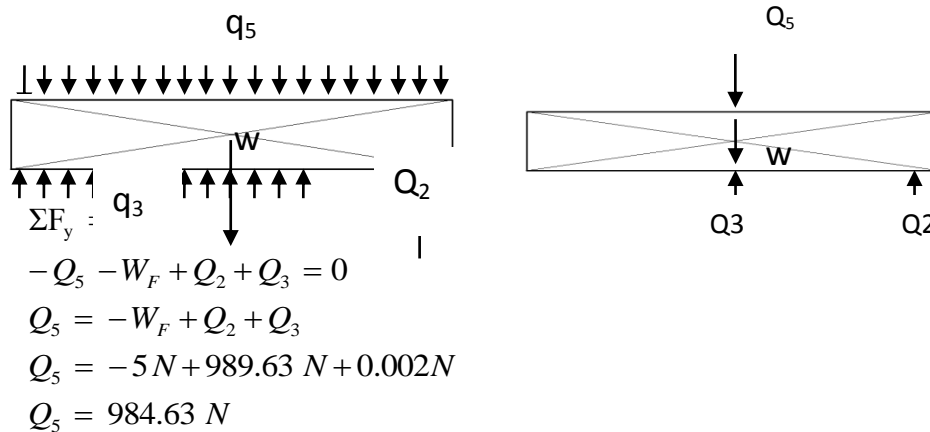
$$d_s = \left[ \frac{10,2}{\sigma_a} M_{max} \right]^3 \quad d = \left[ \frac{10,2}{53,33 \text{ N/mm}^2} 21640 \text{ N/mm} \right]^{1/3}$$

$$d = [4138,65 \text{ mm}]^{1/3}$$

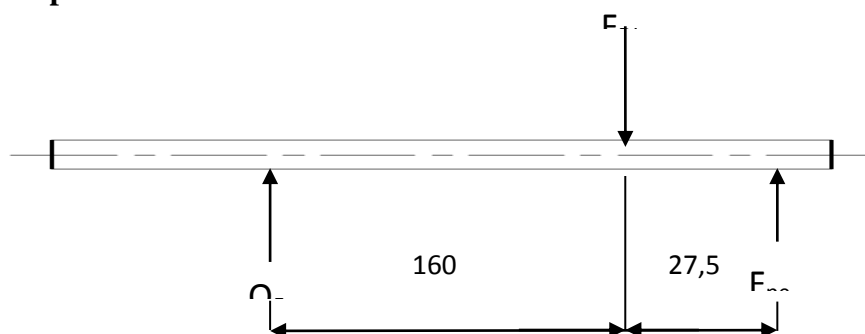
$$d = 16 \text{ mm}$$

Maka diameter poros minimal adalah 16 mm.

**Gaya Pada Follow Bar :**



**Gaya Pada Pipa**



$$\Sigma M_B = 0$$

$$-F_{DI} \cdot (27.5) + Q_5 \cdot (187.5) = 0$$

$$F_{DI} = \frac{Q_5 (187.5)}{27.5}$$

$$F_{DI} = \frac{984.63 (187.5)}{27.5} = 6713.3 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

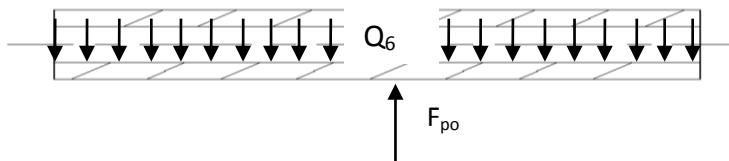
$$Q_5 - F_{DI} + F_{pe} = 0$$

$$F_{pe} = -Q_5 + F_{DI}$$

$$F_{pe} = -984.63 + 6713.3$$

$$= 5728.75 \text{ N}$$

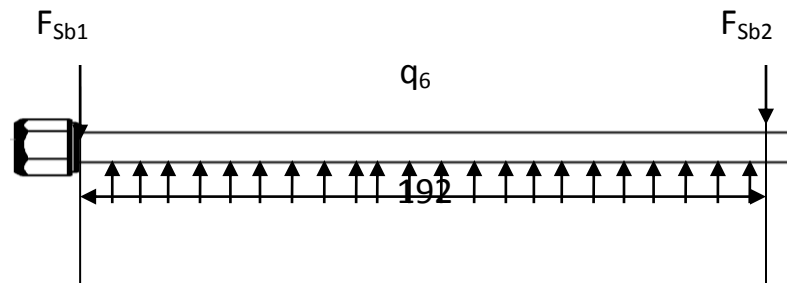
### Gaya Pada Pin Sleeve



$$\Sigma F_y = 0$$

$$-Q_6 + F_{po} = 0$$

$$Q_6 = F_{po} = 984.63 \text{ N}$$



$$F_{sb2} \cdot (192) - Q_6 \cdot (96) = 0$$

$$F_{sb2} = \frac{Q_6 (96)}{192}$$

$$= \frac{984.63 \text{ N} (96) \text{ mm}}{192 \text{ mm}}$$

$$= 492.3 \text{ N}$$

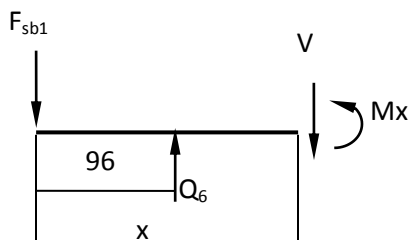
$$\Sigma F_y = 0$$



$$\begin{aligned}
 F_{sb1} - Q_6 + F_{sb2} &= 0 \\
 F_{sb1} &= Q_6 - F_{sb2} \\
 F_{sb1} &= 984.63 \text{ N} - 492.3 \text{ N} \\
 &= 492.3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dimana Poros mengalami beban lentur murni.

Potongan  $96 < x < 192$



$$\begin{aligned}
 \sum M_x &= 0 \\
 -F_{sb1} \cdot x + Q_6 \cdot (x - 96) - M_x &= 0 \\
 M_x &= -F_{sb1} \cdot x + Q_6 \cdot (x - 96)
 \end{aligned}$$

Untuk  $x = 96$  maka  $M_x = -47264,6 \text{ N} \cdot \text{mm}$   
 Untuk  $x = 192$  maka  $M_x = 0 \text{ N} \cdot \text{mm}$

Dipilih bahan poros S30C maka:

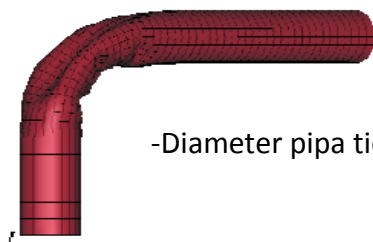
$$\begin{aligned}
 \sigma &= 48 \text{ kg} / \text{mm}^2 = 480 \text{ N} / \text{mm}^2 \\
 sf_1 &= 6 \quad sf_2 = 1,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_a &= \frac{\sigma}{sf_1 \times sf_2} \\
 \sigma_a &= \frac{480 \text{ N} / \text{mm}^2}{6 \times 1,5} \\
 \sigma_a &= 53,33 \text{ N} / \text{mm}^2 \\
 \sigma_a &\geq \sigma_{max}
 \end{aligned}$$

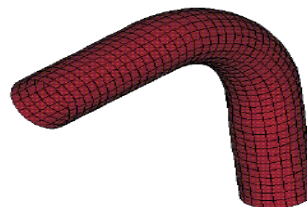
$$\begin{aligned}
 d_s &= \left[ \frac{10,2}{\sigma_a} M_{max} \right]^{1/3} \\
 d &= \left[ \frac{10,2}{53,33 \text{ N} / \text{mm}^2} 47264,6 \text{ N} \cdot \text{mm} \right]^{1/3} \\
 d &= [9039,9]^{1/3} \\
 d &= 20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka diameter poros minimal adalah 20 mm

proses penekukan pipa. Hal ini dapat kita atasi dengan cara menggunakan dongkrak yang lebih tinggi dan membuat *follow bar* lebih panjang.



-Diameter pipa tidak seragam



-Diameter pipa yang seragam

## 5.1 KESIMPULAN

1. Dari hasil perancangan maka diperoleh *Spesifikasi* mesin :

- Tipe mesin : *Rotary Draw Bending*
- Dongkrak : Min 1 ton
- Sudut tekuk : max 90°
- Diameter poros *roller pin* : 16 mm
- Diameter poros *pin sleeve* : 20 mm
- Diameter pipa : 1/2 inchi
- Bahan pipa : SCH 40

1. Radius *dies* harus dilebihkan dari radius yang kita inginkan agar dapat menghindari fenomena *spring back* pada pipa.
2. Pada perancangan *pin sleeve* digunakan bantalan luncur karena selain pembuatan dan pemasangannya praktis, bantalan luncur pun mampu menahan gaya radial yang lebih besar dibanding dengan bantalan peluru. (gaya per satuan luas penampang lebih kecil.), selain itu harganya lebih murah di banding dengan bantalan luncur.
3. Setting alat harus benar-benar baik, misal kesejajaran poros, konsentrisitas lubang.
4. Proses penekukan harus satu kali proses untuk satu kali penekukan agar mendapatkan hasil yang baik.

## 5.2 SARAN

1. Dongkrak sebaiknya menggunakan dongkrak yang bergerak konstan agar pada saat proses penekukan berjalan konstan sehingga produk yang di hasilkan semakin baik .
2. Mesin harus lebih dikembangkan agar tidak hanya menekuk pipa ukuran 1/2 inch, hal ini dapat dilakukan dengan cara memodifikasi *dies* .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djennoedin, Soelastri Ir. 1980. *Hidrolika Jilid 1* , ITENAS, Bandung
- [2] G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto, “*Menggambar Mesin sesuai standar ISO*”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- [3] Harsokoesoemo, H Darmawan, 1999. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)* ITB, Bandung.
- [4] Sularso, Ir, MSME Kiyokatsu Suga., 1991. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin.*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- [5] Popov, E.P. 1996. *Mekanika Teknik*, Erlangga. Jakarta.